Il disegno delle gemme sfaccettate. Fonti iconografiche e trattatistica, analisi geometrica, rilevamento, modellazione parametrica

Pasquale Argenziano
Alessandra Avella
Nicola Pisacane

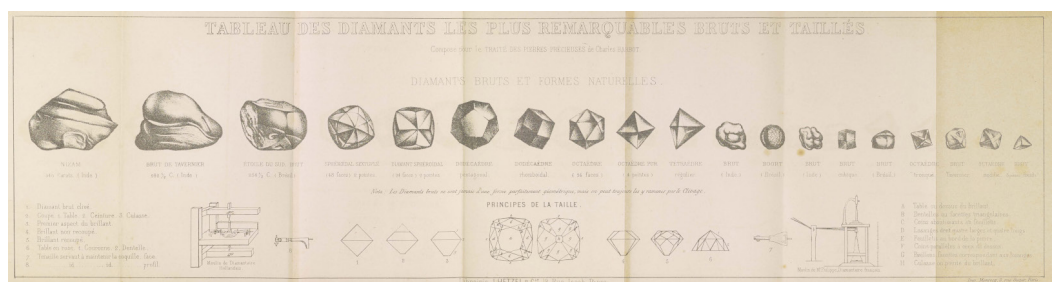
Abstract

Questo contributo descrive una linea di ricerca in corso di svolgimento sul disegno delle gemme che attraversa e mette in relazione diverse discipline, tra le quali vi sono le arti figurative e plastiche, la trattatistica empirica e scientifica, la tecnica e la tecnologia della lapidaria, il rilevamento delle gemme grezze e tagliate, la documentazione tecnica dei brevetti, la didattica universitaria nel campo del disegno; il tutto è basato sulla geometria che caratterizza sia la composizione fisica dei cristalli sia il taglio delle gemme. Gli autori traggono spunto per questa ricerca da una nota pubblicazione del prof. Gaspare De Fiore nella quale il disegno dei gioielli è esaminato con lo stesso interesse riservato ai più noti temi della disciplina del Disegno. Tra i riferimenti bibliografici che consolidano la ricerca vi sono i primi studi sulla cristallografia e sulla geometria dei solidi svolti da eruditi nel Rinascimento, la sistematizzazione tipologica dei tagli proposta nell'*Encyclopédie*, quelli di Ruskin sul colore delle gemme e ancora quelli di M.C. Escher sulle simmetrie spaziali dei cristalli. I casi studio da poter esaminare sono custoditi nei più grandi Musei internazionali e nelle collezioni aziendali delle più importanti firme della gioielleria così come possono essere individuati nelle botteghe degli orafi. La sperimentazione in corso da circa due anni intende contribuire ad ampliare l'angolo visivo dei docenti italiani del Disegno verso argomenti dell'*arts and craft* e del disegno industriale non ancora esplorati, ma pertinenti alla nostra disciplina per comuni fondamenti, metodi, tecniche e strumenti.

Parole chiave
Geometria, cristallografia, lapidaria, misura, gioiello

Topics
Comprendere / indagare / sperimentare

M. Charles Barbot, Tableau des Diamants les plusremarquables bruts et taillés, in Guide Pratique du Joaillier ou Traité complet des Pierres Précieuses leur Étude Chimique et Mineralogique, 1884.

doi.org/10.3280/oa-832-c130

Introduzione

Nel *Corso di Disegno. Dal procedimento dei maestri, alle tecniche, al disegno personale* (Milano 1983) il professore Gaspare De Fiore coinvolge il più ampio pubblico attraverso immagini e disegni corsivi autografi, intrecciando i temi fondamentali del Disegno con molteplici declinazioni laterali alle principali linee di ricerca allora individuate nel nostro settore disciplinare. La pubblicazione, diffusa in agili fascicoli periodici, è organizzata in sedici "momenti" del disegnare a propria volta articolati in "argomenti" specifici. Nel momento "disegnare con fantasia", l'autore educa il lettore a stuzzicare e ad indirizzare la propria fantasia, la propria inventiva, attraverso il disegno e, tra i quattro argomenti proposti, approfondisce il disegno dei gioielli. In dodici pagine, il prof. De Fiore coinvolge il lettore ed apre un percorso investigativo focalizzando l'attenzione sui gioielli indossati dai personaggi in note tele, sul disegno dei gioielli contemporanei composti di metalli e pietre preziose esaltati da particolari lavorazioni di oreficeria e sulla sfaccettatura delle gemme.
Sul rapporto tra le gemme e le arti figurative, De Fiore raccoglie il testimone dalle riflessioni di John Ruskin sulla brillantezza ed il colore naturale delle gemme in *Ethics of the Dust* (1872) e in *Lectures on Art* (1870) e dagli studi grafici di Maurits Cornelius Escher nelle cui opere la ricorrenza delle tassellazioni del piano e i rigorosi rapporti di simmetria traggono ispirazione proprio dalla mineralogia verso cui l'artista olandese, oltre ad avere un interesse specifico legato alla geometria, subiva l'influenza del fratellastro geologo Berend George.
A partire dalla varietà dei predetti spunti investigativi, questo contributo propone riflessioni critiche sul disegno delle gemme sviluppate dagli autori [1], da circa due anni, a fondamento di una linea di ricerca specifica corroborata dagli studi di geometria–fisica e tecnica–propri della mineralogia, della cristallografia, della gemmologia, e rivolta a diversi approfondimenti specifici, in parte sintetizzati nei paragrafi seguenti.
Tra questi, il disegno delle gemme è individuato come linguaggio espressivo ed identitario, insieme al disegno della moda e del costume, dei soggetti ritratti nelle principali opere d'arte figurativa e plastica, come linguaggio tecnico nella trattatistica empirica e scientifica riflesso dell'evoluzione tecnologica analogica e digitale del taglio delle pietre sin dall'antichità, che in tempi più recenti ha interessato anche il rilevamento delle pietre lavorate con finalità estimative; ed ancora, il disegno delle gemme è interpretato come linguaggio didattico per coinvolgere gli studenti di disegno industriale su assunti teorici astratti della geometria descrittiva, mediante modelli solidi visibili e tangibili auspicando loro l'apertura verso scenari lavorativi specialistici.

Le arti figurative e la trattatistica, fonti iconografiche del disegno della pietra

La configurazione spaziale della gemma sfaccettata è l'esito di lavorazioni del volume grezzo attraverso le quali è restituita alla pietra la caratteristica propria di brillantezza e di luminosità, riducendone al minimo lo spreco di materiale prezioso. Le possibili lavorazioni cui possono essere sottoposte le gemme preziose, come è noto, hanno avuto, a partire dalle prime origini che si fanno risalire al V secolo d.C., notevoli evoluzioni legate al progresso della tecnica, a fenomeni di gusto oltre a evidenti ragioni di motivo economico. La lapidaria, intesa come arte della lavorazione dei materiali solidi tra cui le pietre preziose, ha sempre rintracciato nella geometria i principi guida che orientano la creazione di una nuova configurazione spaziale [2]. Le mutazioni e i progressi che tale arte ha avuto nel corso del tempo possono essere letti attraverso l'analisi delle fonti iconografiche sul tema che ci restituiscono attraverso il disegno varie forme di rappresentazione delle gemme stesse. Le fonti iconografiche del disegno delle gemme possono infatti tanto essere rintracciate nelle arti figurative, che in forme diverse attraverso i secoli hanno offerto immagini relative alle coeve produzioni, tanto per mezzo di trattati e opere a stampa che con diverse finalità hanno affrontato il problema dei minerali, dei cristalli e delle pietre preziose oltre che della loro lavorazione.
Nel corso della storia dell'uomo il gioiello composto di metalli e pietre preziose, insieme all'abito ed altri accessori ha assolto alla funzione di insegna sociale di chi lo ha indossato costituendo di fatto un transfer tra la rarità degli elementi e la singolarità dell'individuo. Le rappresentazioni pittoriche e scultoree nella maggior parte dei casi documentano, appunto, gli abiti e gli accessori, tra i quali i gioielli, dovendo attraverso questi identificare il soggetto nel suo status sociale altrimenti

anonimo. La lettura attenta delle rappresentazioni figurative e plastiche, pertanto, può essere indirizzata anche allo studio del sistema vestamentario, inclusi i gioielli, rispetto alle informazioni antropometriche ed eventualmente a quelle dell'ambientazione cronologica e spaziale di appartenenza. Il Rinascimento italiano offre attraverso le sue opere figurative e plastiche un ampio repertorio di rappresentazioni di gemme incastonate, monili e gioielli. Tali opere forniscono una documentazione storica fondamentale sugli spazi architettonici, urbani e di paesaggio rappresentati, oltre che sulle figure e sul loro sistema vestimentario. (Gallerie degli Uffizi, Mostra virtuale "Gioielli agli Uffizi. Un itinerario tra i misteri delle gemme dipinte" <https://www.uffizi.it/mostre-virtuali/gioielli-agli-uffizi>). La trattazione scientifica alla cristallografia si può invece far risalire alla *Naturalis Historia* di Plinio il Vecchio (77-78 d.C.) il quale dedica gli ultimi cinque libri alla mineralogia in generale con un particolare approfondimento agli usi in architettura nel XXXVI libro e alle gemme preziose e alle pietre semipreziose nel XXXVII libro. L'opera seppur di grande interesse non riporta nella forma giunta a noi immagini o disegni.
Tralasciando non per assenza di contributi significativi sul tema il periodo medioevale, sarà solo a partire dal Rinascimento che la gemmologia inizierà ad assumere un carattere di scienza autonoma e a partire da allora alcune specifiche opere sul tema inizieranno a riportare al loro interno non solo approfondite descrizioni testuali e schemi di classificazione di minerali e cristalli, ma anche alcune rappresentazioni prevalentemente di minerali grezzi, di fossili e di coralli, oltre che quelle di pietre lavorate o tagliate talvolta montate all'interno di gioielli, in aggiunta a prime rappresentazioni di macchinari atti al taglio delle stesse pietre [Gesner 1565; Boetius de Boot 1609]. In tale periodo è altresì interessante segnalare come alcuni autori ampiamente citati per le loro opere nella storia dei metodi della rappresentazione avessero offerto anche un loro contributo nella oreficeria, probabilmente attingendo reciproci riferimenti tanto dalla scienza del disegno che dalla gioielleria. È il caso degli studi di Wenzel Jamnitzer (1507-1585) (fig. 01) e di Johannes Lencker (1523-1585) sulle geometrie dei poliedri e di superfici complesse rappresentati nelle suggestive tavole dei loro trattati e che talvolta richiamano le forme al tempo in uso per il taglio delle gemme [Vagnetti 1979, p. 335; De Rosa et al. 2002, p. 199; Wade 2015].
L'organizzazione delle arti e delle scienze nonché di tutte le forme del sapere, come è noto, trovò il massimo compendio nell'*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* di Denis Diderot pubblicata nel XVIII secolo. A tale lavoro di sistematizzazione del sapere fu dedicata un'intera sezione alla gioielleria e all'oreficeria. Secondo lo spirito che guida l'intera opera e con riferimento a quanto in questa sede si sta discutendo, è da segnalare l'ampio supporto grafico al testo che, oltre ai disegni di opere di oreficeria e di strumenti e macchinari per la lavorazione, riporta nelle *planche* I e II una classificazione dei tagli in uso al tempo. Al di là del valore documentario di tali disegni che ci segnalano i tagli del diamante e delle pietre rare allora eseguiti, è utile evidenziare che le rappresentazioni in tali tavole sono tutte eseguite secondo il metodo delle doppie o triple proiezioni ortogonali che di lì a poco Gaspard Monge avrebbe teorizzato. I noti vantaggi di tale metodo ben si estendono anche al disegno delle gemme, riuscendo a trasferire su carta i rapporti di simmetria e di proporzionalità delle parti componenti la gemma lavorata e in generale tutti i principi geometrici che presiedono al taglio (fig. 02).
Sempre sul finire del XVIII secolo e sempre rivolgendo il nostro interesse alle gemme preziose, in tale periodo l'approccio scientifico all'osservazione della natura fu esteso anche ai minerali permettendo una prima sistematica classificazione delle forme e delle simmetrie cristalline. Tale organizzazione si deve principalmente all'opera dell'Abate René Just Haüy che basò tale tassonomia anche su principi geometrici, come con evidenza testimoniano le tavole e grafici esemplificativi acclusi al suo trattato [3] (fig. 03). Circa mezzo secolo più tardi attraverso il suo scritto il fisico francese Auguste Bravais, confermando l'approccio geometrico allo studio della struttura cristallina, detta il passaggio da sistemi spaziali solidi a sistemi discreti puntuali [4], descrivendone le diverse declinazioni anche attraverso schemi grafici che chiaramente definiscono anche i rapporti e le forme di simmetria presenti, confermando il ruolo del disegno di medium comunicativo anche per la descrizione delle strutture atomiche dei minerali.
Dal XIX secolo il taglio delle pietre preziose assunse un carattere sempre più autonomo diventando parte di volumi specifici, quasi sempre dotati di un corpus iconografico a corredo, sul tema dell'arte lapidaria, oltre che ad essere oggetto di numerose tavole di brevetti volti a tutelare i diritti su tagli di nuova invenzione (fig. 04).

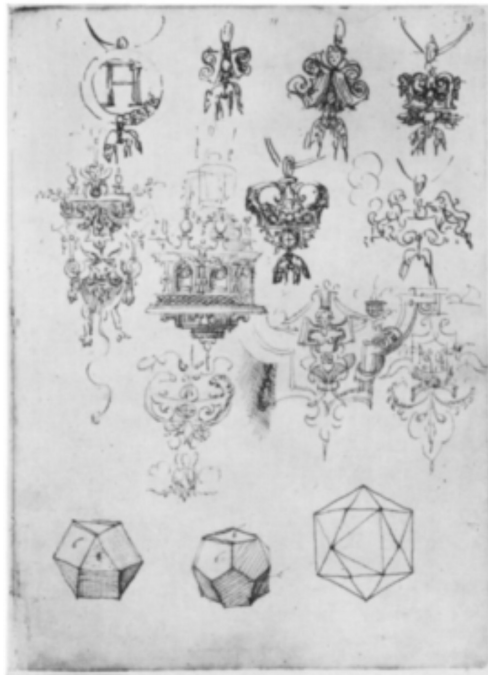
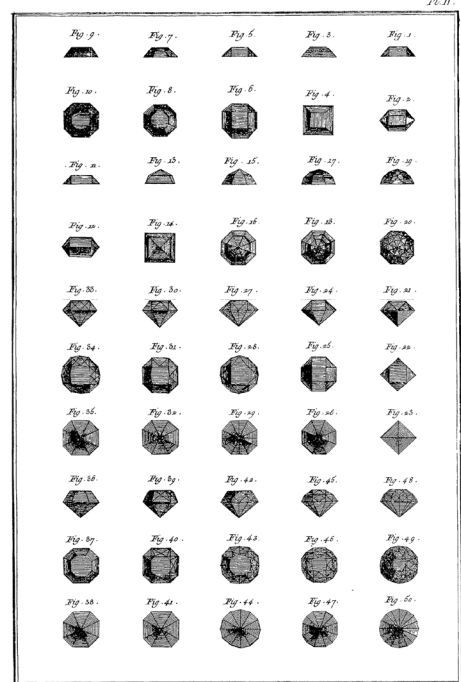



Fig. 01. Wenzel Jamnitzer, sketch n.21 from Sketch Book (Kunstbibliothek of Berlin), 1545-1546.

Fig. 02. Denis Diderot, Planche II "Orfèvre Jouaillier, Metteur en Oeuvre, Taille des Diamans, da *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751-80.

Geometria e proporzione nel taglio delle gemme, dalla trattatistica alla contemporaneità

La lettura attenta della trattatistica sulla lapidaria apre ad approfondimenti sulla lavorazione delle pietre come evoluzione cronologica di metodi, tecniche e strumenti, riscontrabili nelle coeve rappresentazioni figurative e plastiche, nelle collezioni delle scienze e delle tecniche applicate e nella contemporanea produzione artigianale che da alcuni anni a questa parte fa largo uso di strumentazioni digitali.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION

du 28 août 1902.

XVII. — Arts industriels.
5. — Bijouterie, joaillerie et orfèvrerie.

N° 324.092

Brevet de quinze ans demandé le 28 août 1902 par **M. ASSCHER** (Joseph), *pour nouveau mode de taille de diamants.* (Délivré le 2 décembre 1902; publié le 23 mars 1903.)

Cette invention a pour objet un nouveau mode de taille de diamants donnant des jeux de lumière tout à fait différents de ceux obtenus avec les tailles ordinairement employées.

Mon invention consiste essentiellement à tailler les faces adjacentes à la table du diamant et les faces de la culasse, suivant un certain nombre de pans coupés, par des plans formant des angles différents avec le plan de la couronne, de telle façon que les différentes faces du diamant soient divisées en facettes, de forme rectangulaire, et plus exactement trapézoidale, dont les arêtes constituant les grands côtés soient toutes parallèles au plan de la couronne du diamant.

Afin de bien fixer les idées, j'ai représenté dans le dessin ci-joint, en principe, à titre de spécimen seulement, un diamant taillé suivant ce procédé.

La fig. 1 en est une élévation.
La fig. 2 est une vue en dessus.
La fig. 3 est une vue en dessous.
La fig. 4 est une vue en perspective.

Ainsi que le montre le dessin, mon nouveau genre de taille de diamant présente, sur chacune de ses faces une série de pans coupés disposés suivant une succession de plans faisant des angles différents avec le plan de la couronne *a*.

Les faces, aboutissant à la table *b*, pourront comporter, chacune, par exemple, trois pans coupés ou facettes *c* et les faces de la culasse 7 ou 8 pans coupés ou facettes *d*; les facettes *c* et *d* ainsi obtenues ont une forme sensiblement rectangulaire, ou plus exactement trapézoidale et leurs arêtes sont toujours rigoureusement parallèles au plan de la couronne *a*.

Chaque face du diamant se trouve donc ainsi divisée en un certain nombre de surfaces planes de faible largeur et dont la longueur correspond à toute la largeur de la face du diamant.

Par ce mode de taille les arêtes principales des facettes étant toujours parallèles entre elles; ces facettes, qui produisent les jeux de lumière, ne sont coupées par aucune arête; en conséquence, le diamant présente de grandes surfaces sur lesquelles les rayons lumineux se réfléchissent et se réfractent. Il en résulte que l'éclat du diamant est beaucoup plus blanc et plus puissant que celui des diamants taillés suivant les procédés ordinaires, car dans ces derniers, les arêtes des facettes se coupant entre elles, les intersections de ces arêtes constituent toujours des points sombres.

En outre, les jeux de lumière obtenus par ces facettes à arêtes parallèles sont tout à fait différents de ceux que donnent les diamants taillés suivant les procédés ordinaires.

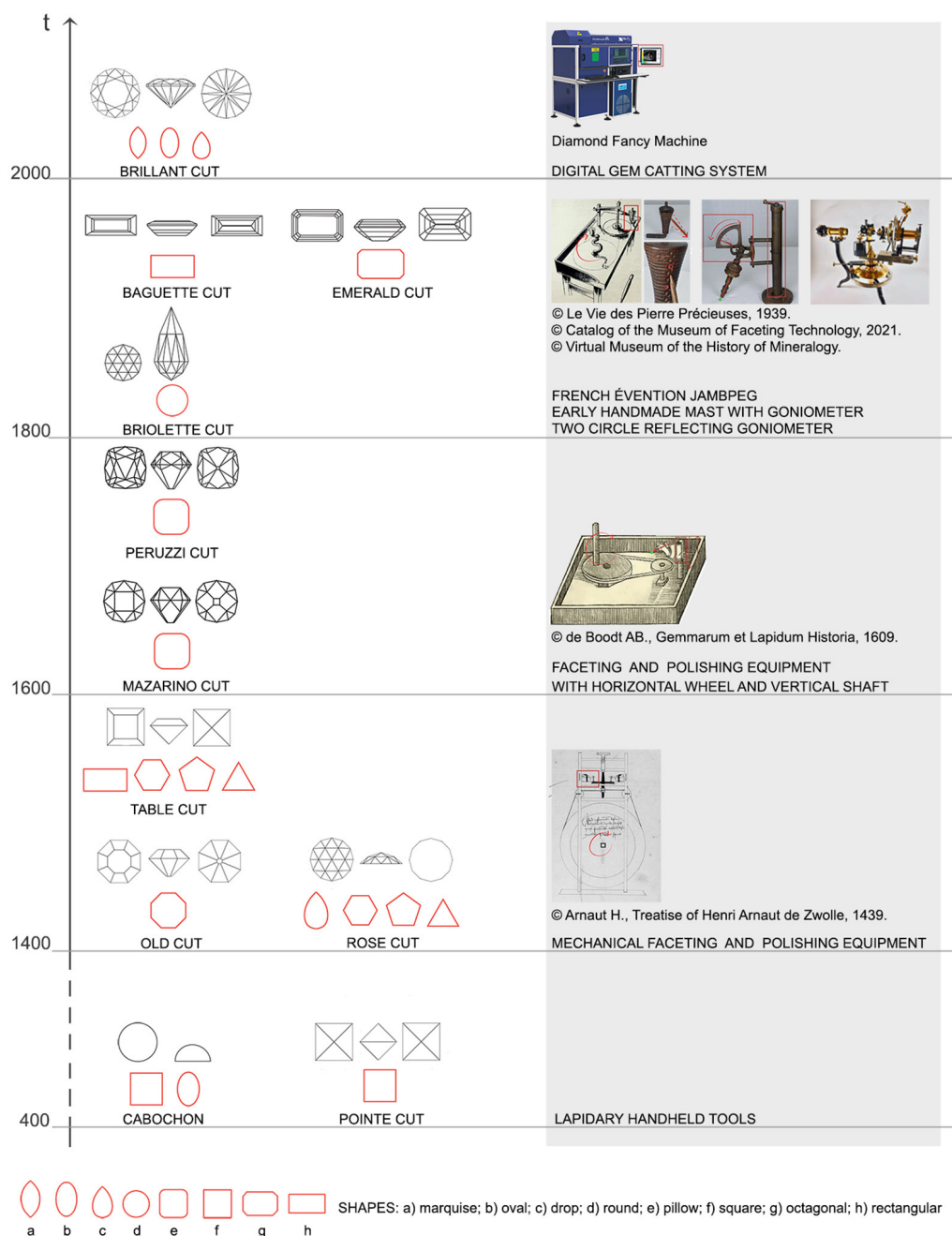
Il est bien entendu que le nombre de pans coupés de chacune des faces du diamant pour-

Prix du fascicule : 1 franc.

Fig. 03. René Just Haüy, planche 76, *Traité de cristallographie*, 1822.

Fig. 04. Joseph M. Asscher, *Brevet d'invention* 28 août 1902, N. 324.092.

Il grado di complessità morfologica del modello sfaccettato dipende tanto dalla tipologia di taglio applicata alla gemma grezza secondo i principi geometrici che regolano il taglio delle pietre preziose in base alle caratteristiche fisiche ed ottiche dello specifico minerale, quanto dalle tecnologie di taglio e dagli abrasivi utilizzati in campo gemmologico fino ai nostri giorni (fig. 05).
In riferimento alle diverse forme di taglio [5], gli sviluppi degli studi in mineralogia fisica ed ottica dei cristalli hanno permesso nel corso della storia di controllare in maniera sempre più soddisfacente i risultati ottenuti a seguito della lavorazione superando così i limiti del passato, allorquando i risultati dei tagli erano ottenuti quasi sempre empiricamente [Sborgi 1973, p. 70].
Per quanto riguarda la tecnologia lapidaria, metodi di taglio più antichi e metodi più innovativi coesistono tutt'oggi in campo gemmologico sia nel panorama europeo che internazionale. I più recenti strumenti di taglio delle pietre preziose funzionano ancora secondo la prima tecnologia la-

Fig. 05. Sintesi cronologica dei tipi, delle forme e degli strumenti di taglio (Disegno di Francesca Fabozzi).

pidaria per tagliare e lucidare le gemme che consisteva nello strofinare la pietra grezza ad un pezzo di metallo di varia lunghezza (piombo, stagno o rame) applicando olio o acqua mescolati con un abrasivo. La tecnologia degli strumenti di taglio avanza nel corso del tempo soprattutto quando vengono adottati in campo gemmologico nuovi abrasivi sviluppati dall'industria manifatturiera, in particolare da quella americana. Dai primi mulini da taglio rotondi, azionati da una ruota idraulica, alla ruota piatta a rotazione orizzontale [6] si utilizzano come abrasivi l'arenaria e la polvere di smeriglio o ossido, sostituiti nel 1900 dalla polvere di diamante e negli anni Cinquanta dalla produzione del diamante sintetico destinato a cambiare per sempre l'industria del taglio e della lappatura industriale [Schmetzer 2019, pp. 544-550; Prim 2018, pp. 23-34]. Dotare le macchine da taglio di un goniometro, sempre a partire dal 1900, ha permesso di controllare attraverso una corona graduata gli angoli di orientamento dei piani di taglio in relazione alla struttura atomica della specifica pietra grezza ed ovviamente della forma sfaccettata desiderata, superando così i limiti degli strumenti in uso fino ad allora. Ad oggi, indipendentemente dalle tecnologie di taglio utilizzate, le tecniche adottate per sfaccettare le gemme, secondo principi e forme di taglio che nella geometria trovano il loro fondamento, sono sempre in corso di evoluzione in relazione alle innovazioni apportate in campo gemmologico dagli studi scientifici di tipo statistico, informatico e matematico [Mol. et al. 2007, pp. 727-736; Sangveraphunsiri et al. 2008] sulla determinazione dei parametri di input per la progettazione di modelli, anche informatici, capaci di controllare il risultato dei tagli in termini di massimizzazione della capacità del cristallo di rifrangere la luce per ottenere una migliore brillantezza, e della resa [7] ottenuta, da cui ne deriva il carattere di preziosità.
In fase di progettazione del taglio, oltre ad assecondare i piani di sfaldatura, la classe ed il grado di simmetria della pietra, e calcolare l'angolo critico dello specifico materiale [da Silva et al. 2012, pp. 1-8], è necessario osservare le relazioni di proporzionalità tra le dimensioni delle diverse parti [8] che costituiscono la gemma sfaccettata, al fine di ottenere la maggiore brillantezza possibile (fig. 06). Assumendo il taglio della gemma colorata come una generalizzazione del taglio del diamante, le diverse parti che costituiscono un gemma sfaccettata sono la corona (la parte superiore), la tavola (una grande sfaccettatura piatta al centro della corona), la cintura (il bordo esterno della pietra che divide la corona dal padiglione), il padiglione (la parte inferiore della pietra sfaccettata e si estende dalla cintura all'apice) e l'apice (una piccola sfaccettatura alla base del padiglione, utile ad evitare che la pietra si scheggi o danneggi). Le proporzioni che incidono sulla determinazione della brillantezza di un diamante, e quindi di una gemma, sono la percentuale della tavola, l'angolo della corona, l'angolo del padiglione e lo spessore della cintura, calcolate sulla base del diametro della cintura. In una varietà di combinazioni tali proporzioni possono produrre alti e bassi livelli di brillantezza [Sasia´n, Yantzer, Tivol 2003, pp. 24-31].

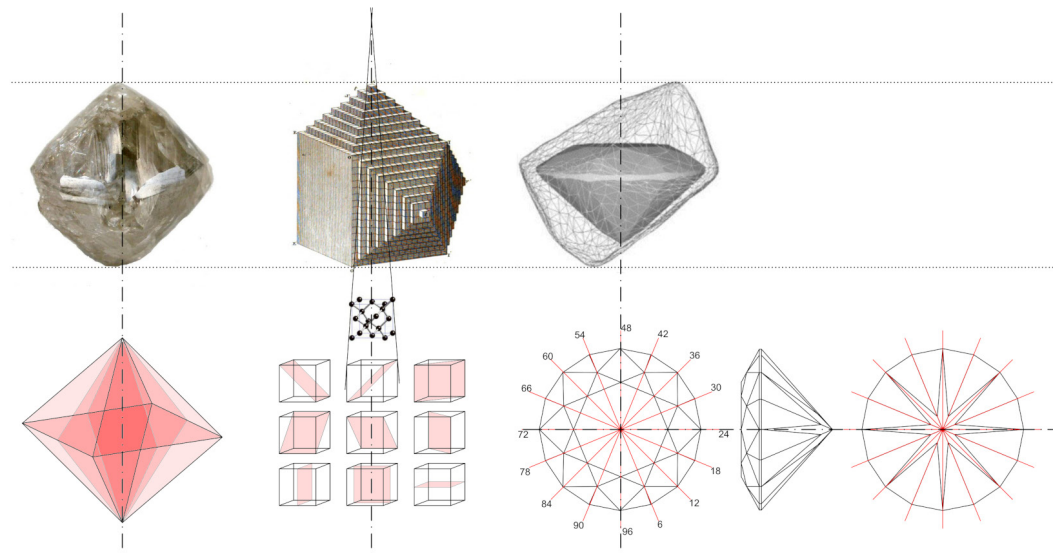



Fig. 06. Diagramma comparativo del diamante grezzo, della sua struttura cristallina a matrice cubica e il modello della pietra preziosa lavorata secondo lo standard del taglio brillante (sopra). Simmetria della struttura ottaedrica della gemma grezza, unità cubica minima anche basata sulla sua struttura atomica, la pietra tagliata dallo stesso minerale (sotto) (Disegno degli Autori).

La geometria del modello sfaccettato così ottenuta è parametrica: dato uno specifico modello sfaccettato i valori angolari delle faccette restano costanti al variare delle lunghezze degli spigoli. Ciò segue perfettamente la prima regola fondamentale della cristallografia enunciata da Niels Stensen nel 1667 [Mottana, Crespi, Liborio 1997, p. 10], da cui possiamo dedurre che l'uomo cerca di riprodurre in gemmologia ciò che si osserva in cristallografia.

Modellazione digitale e rilevamento delle gemme

Analogamente ad altri campi delle tecnologie applicate, da circa vent'anni in campo gemmologico sono stati sviluppati software di *information modelling*, tra i quali i più noti sono "Gem Cad - GemRay" e "Gem Cut Studio". Contrariamente a quanto accaduto nei campi del AEC, la traduzione del processo analogico in quello digitale è stata agevole perché, come già illustrato, la geometria della pietra tagliata è parametrica in diretta derivazione dalla cristallografia.
La modellazione digitale inizia da un solido primitivo (cilindro o cubo a seconda del software) nel cui centro di massa è fissata una terna tri-ortogonale, in analogia alla cristallografia, rispetto alla quale vengono impostati il grado di simmetria del modello da realizzare, gli angoli di clivaggio e gli indici di ingranaggio, in analogia ai procedimenti di sfaccettatura. Il software permette, così, di simulare il taglio secondo i piani determinati dai predetti tre parametri e secondo una ordinata sequenza di operazioni, ancora una volta in diretta relazione con i procedimenti analogici tradizionali. Il modello digitale della pietra tagliata viene così sottoposta alla simulazione della brillantezza mediante il render fotorealistico, la visualizzazione delle traiettorie di luce all'interno della gemma e diagrammi analitici (tilt performance), possibili grazie alle caratteristiche mineralogiche della pietra precedentemente imputate nel software.
Dal modello tridimensionale della pietra tagliata viene prodotta una scheda tecnica che riporta le caratteristiche geometriche del taglio e la rappresentazione del solido in quadrupla proiezione ortogonale (fig. 07).
Considerate le caratteristiche di scalarità dimensionale della geometria delle gemme – a parità di minerale, in diretta relazione con le proprietà dei cristalli naturali – il rilevamento riveste un ruolo nodale nella gemmologia dall'età moderna agli anni più recenti. Parallelamente allo sviluppo tecnologico degli strumenti per la lavorazione della pietra preziosa, precedentemente descritti, sono stati messi a punto strumenti per il rilievo ovvero la verifica qualitativa e quantitativa della pietra grezza e della pietra lavorata in relazione alla propagazione della luce al suo interno, funzione diretta della brillantezza.
Rilevare una pietra grezza significa caratterizzare la sua natura mineralogica in base alla quale è indispensabile progettare–come precedentemente descritto–il miglior taglio possibile, cercando il giusto equilibrio tra i valori di brillantezza e lo spreco di materiale.
Rilevare, invece, una pietra tagliata significa determinare la sua forma (l'ampiezza degli angoli solidi tra le faccette) e le sue dimensioni complessive (corona, cintura, tavola, padiglione) e particolari (lunghezza degli spigoli delle faccette), ovvero stimare analiticamente la qualità della lavorazione rispetto al progetto di taglio e in taluni casi–come per esempio il diamante–ad identificare una specifica pietra preziosa tra numerose simili.
L'esperienza del rilevamento può essere applicata alle pietre preziose incastonate che è possibile apprezzare in numerose collezioni aprendo a confronti critici tra la modellazione del gioiello, la coeva iconografia artistica e trattatistica e la tecnologia di lavorazione. In questo contesto la modellazione digitale del gioiello può irrobustire l'esperienza investigativa attraverso il mero ridisegno di fonti iconografiche o di più recenti patent.
Gli strumenti utili al rilievo diretto delle pietre tagliate sono calibri, goniometri con elevati standard di tolleranza [GIA Research team 2005, pp. 183-185] mentre quelli per il rilievo indiretto sono stati teodoliti (composti da una coppia ortogonale di goniometri, un telescopio e un proiettore di luce) e, in tempi più recenti, camere fotogrammetriche digitali e scanner laser 3D.
A questi strumenti si aggiunge la bilancia di precisione atta a misurare il peso della pietra, grezza o tagliata, espresso in carati determinanti quanto la brillantezza per una completa caratterizzazione.

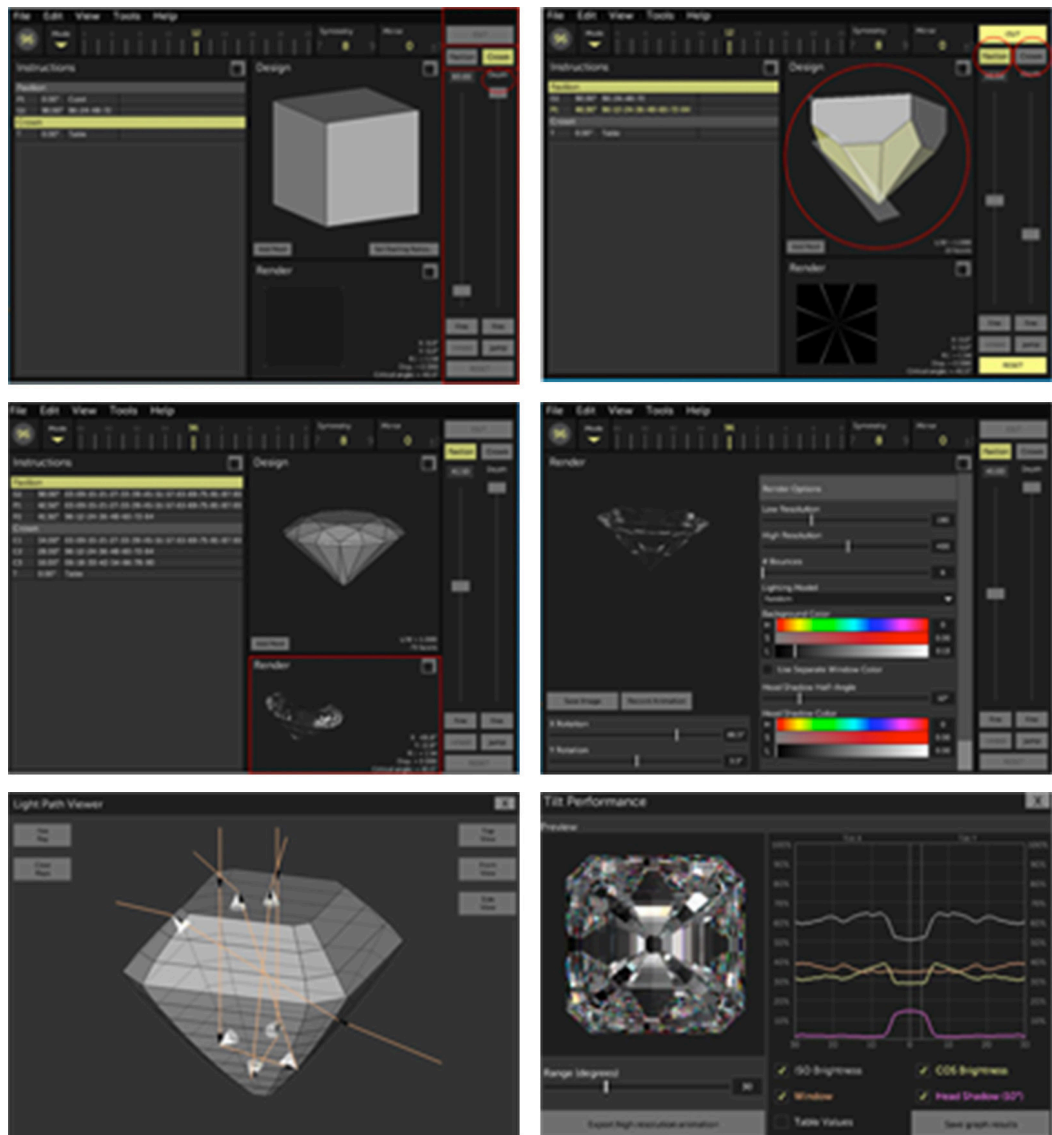



Fig. 07. Il disegno parametrico 3D dal solido primitivo, al modello sfaccettato, alla simulazione della brillantezza (Modello 3D di Francesca Fabozzi).

Il disegno delle gemme. Una sperimentazione didattica

Il taglio delle pietre preziose è, anche in campo didattico, un valido caso studio per avvicinare gli studenti ai temi delle relazioni spaziali sottese al modello sfaccettato, quali la simmetria, la proporzionalità tra le parti della gemma, la sua scalarità. La gemma sfaccettata, intesa come poliedro opaco, costituisce inoltre un interessante modello geometrico concreto che pone lo studente a confronto con il problema della rappresentazione dei solidi nei diversi metodi. La rappresentazione delle gemme sfaccettate si configura per gli studenti come un esercizio didattico molto utile per relazionarsi con l'astrazione dei modelli grafici che attraverso gli enti geometrici fondamentali simulano nel piano, attraverso il disegno, ciò che avviene nello spazio. Esperienze didattiche sul tema delle gemme preziose sono state condotte nell'ambito dei Corsi di Disegno di Moda [9] come approfondimento degli argomenti dedicati all'accessorio di moda, con l'obiettivo di dimostrare ai giovani studenti designer che la geometria anche nel disegno delle gemme preziose diventa il principale interprete dell'immagine mentale, partecipando in alcuni casi all'analisi di una realtà esistente, in altri alla genesi dell'idea progettuale (fig. 08).

Conclusioni

Le riflessioni sinteticamente descritte sul disegno delle gemme da un lato disvelano relazioni esistenti e poco indagate tra diverse discipline, dall'altra aprono ad altri nuovi percorsi di approfondimento tematico, già individuati e programmati, che non possono meravigliare né gli autori né i lettori data la consapevolezza scientifica di ciascuno della centralità della Geometria nelle arti e nella tecnica applicata.
La Geometria è il fondamento del taglio delle gemme nella trattatistica ma anche nell'analisi approfondita delle scene e dei soggetti rappresentati nelle arti figurative e plastiche; è ordinatrice per natura nella lavorazione dei modelli sfaccettati con strumenti analogici e digitali e nel loro rilevamento ante e post taglio; è l'argomento da trasmettere ai giovani studenti designer–da cui l'intuizione di organizzare workshop tematici–affinché prendano coscienza critica della spazialità del progetto a qualsiasi scala, attraverso esempi concreti.
Sin qui una relazione lineare tra l'argomento principe e le varie declinazioni tematiche. Ma rimettendo la Geometria al centro delle sperimentazioni è evidente che si inneschino trilaterazioni, o addirittura poligonazioni, tematiche che da un verso possono arricchire la ricerca –grazie anche alle relazioni con competenze tecnico-scientifiche finora inesplorate nell'area del Disegno–e dall'altro potranno avere ricadute interessanti per gli Studenti con l'obiettivo di aprire loro nuove e proficue carriere professionali.
Da un punto di vista culturale e sociale non possono, infine, sfuggire due episodi legati all'emergenza pandemica da coronavirus. Come prevedibile, in tempi di crisi, i metalli e le pietre preziose catalizzano gli interessi di risparmiatori piccoli e grandi, così le quotazioni delle pietre grezze e lavorate e dei metalli preziosi sono aumentati in modo esponenziale dalla fine del 2018 ed il trend è in continua crescita. Ed ancora, nella primavera del 2020, la Galleria degli Uffizi ha organizzato una mostra virtuale sui "Gioielli agli Uffizi" legando tra loro opere d'arte distanti per cronologia, scuola e tecnica attraverso le gemme in esse ritratte, riscuotendo un notevole risultato in termini di "visitatori" e di sperimentazione di nuovi media allestitivi [10].

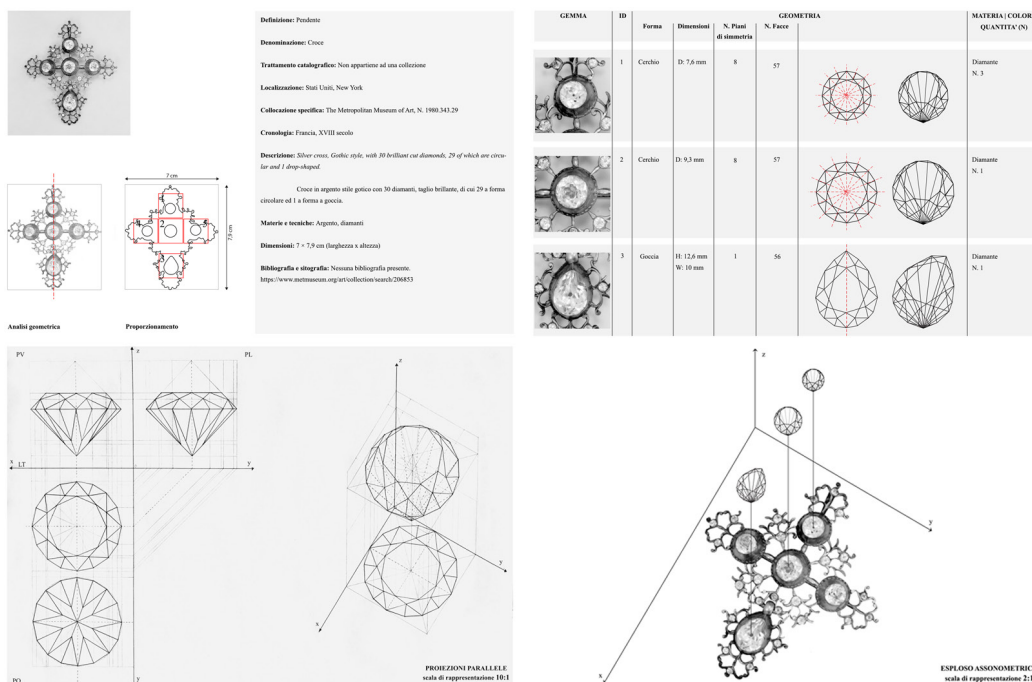



Fig. 08. Esperienza didattica nell'ambito del Workshop *Geometrie preziose. Di-segno di gemme e gioielli* (a.a. 2020/21). Analisi geometrica del pendente a croce in argento tempestato di brillanti, Francia sec. XVIII, The Metropolitan Museum of Art, New York.

Note

[1] La ricerca, di cui in questa sede si tratteggiano i principi ordinatori, rientra in una più ampia attività di studio svolta nell'ambito del Gruppo di Ricerca "Gemme e Gioielli: Storia e Design" attivo presso il Dipartimento di appartenenza degli autori. Sul tema si vedano anche le pubblicazioni degli autori: Avella [2018]; Pisacane, Argenziano, Avella [2021]; Pisacane, Argenziano, Avella [in corso di stampa].

[2] Quando a tali tecniche di lavorazione previste dall'arte lapidaria si sono affiancate quelle di incisione e intaglio e quelle di raffinamento si è sviluppata la tecnica artistica della glittica. Si veda Sborgi [1973, p. 70]. Con un parallelo al campo dell'architettura, la lavorazione e in particolare il taglio dei materiali solidi, quali ad esempio pietra, legno e metalli, trova nella stereotomia i fondamenti geometrici attraverso cui restituire alla costruzione stabilità ma anche un valore estetico.

[3] Il modello di classificazione introdotto da Hauy fa riferimento a un sistema di assi orientati, con origine nel baricentro della gemma e rispetto al quale sono definite le classi monometrica, dimetrica, trimetrica che a loro volta individuano sette sistemi cristallini.

[4] Il modello di classificazione introdotto da Bravais, tuttora in uso in mineralogia, individua quattordici possibili schemi fondamentali, basati sulla disposizione nello spazio degli atomi secondo serie ordinate e regolari, ossia secondo definite regole proprie della tassellazione dello spazio.

[5] Le differenti forme in cui una pietra preziosa può essere tagliata sono raggruppabili, secondo Arthur Herbert Church, in quelle a superficie piana (Brilliant-cut, Step or trap-cut, Table-cut, Rose-cut), e quelle a superficie curva (Single cabochon, Doable cabochon, Hollowed cabochon, Tallow top). In rari casi è possibile ritrovare sfaccettature e superfici curve nello stesso campione [Church 1905, p. 26]. La sfaccettatura ed il taglio *a cabochon* sono i due principali tipi di taglio delle pietre preziose da cui derivano i diversi possibili altri tagli.

[6] La storia fa risalire al 1476 l'invenzione della prima macchina sfaccettatrice orizzontale ad opera del tagliatore di diamanti fiammingo Lodewyk van Bercken, ma due illustrazioni di queste macchine in manoscritti dell'epoca anticipano la datazione dell'invenzione agli anni Trenta del 1400. Le due illustrazioni sono un disegno tecnico molto dettagliato fornito dall'astrologo e medico olandese Henri Arnaut nel suo *Treatise of Henri Arnaut de Zwolle* del 1439, e uno schizzo riportato nel manoscritto tedesco *Codex Latinus Monacensis* del 1430.

[7] La resa è il più grande modello di pietra preziosa sfaccettata ricavata all'interno della corrispondente forma grezza.

[8] Secondo il modello ideale Tolkowsky (Diamond Design 1919), noto come "taglio brillante", in cui la brillantezza è massima, le dimensioni delle diverse parti del diamante, calcolate sulla base del diametro della cintura, sono tali che la profondità totale della gemma dovrebbe essere il 59,3%, di cui il 43.1% dovrebbe essere la profondità del padiglione ed il 16,2% l'altezza della corona; la tavola non dovrebbe misurare più del 53%; l'angolo della corona dovrebbe essere di 34,5 gradi, mentre l'angolo del padiglione dovrebbe essere di 40,75 gradi.

[9] Nell'insegnamento Disegno di Moda 2 (prof.ssa Alessandra Avella) del Corso di Studio in Design per la Moda (Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli) sono stati svolti due Workshop didattici dal titolo *Geometrie preziose. Di-segno di gemme e gioielli* (a.a. 2020/21) e *Geometrie preziose. Dall'iconografia al modello* (a.a. 2021/22).

[10] Gli autori hanno progettato la ricerca e condiviso la sua metodologia e i suoi contenuti. In particolare, il paragrafo "Le arti figurative e la trattatistica, fonti iconografiche del disegno della pietra" è curato da Nicola Pisacane, il paragrafo "Geometria e proporzione nel taglio delle gemme, dalla trattatistica alla contemporaneità" è curato da Alessandra Avella e il paragrafo "Modellazione digitale e rilevamento delle gemme" è curato da Pasquale Argenziano. L'introduzione, il paragrafo "Il disegno delle gemme. Una sperimentazione didattica" e le conclusioni sono curate da tutti gli autori.

Riferimenti Bibliografici

Avella, A. (2018). *Disegno di Moda. Corpo | abito | illustrazione. Fashion drawing. Body | clothing | illustration*, Roma: Aracne editrice.

Boetius de Boot, A. (1609). *Gemmarum et lapidum historia*. Hanoviae: Typis Wechelianis apud C. Marnium & heredes J. Aubrii

Borchardt-Ott, W (2011). *Crystallography: An Introduction*. Berlin: Springer.

Bravais, M. A. (1849). *Mémoire sur les polyèdres de forme symétrique*. Paris: Imprimerie de Bachelier.

Bravais, M. A. (1866). *Études Cristallographiques*. Paris: Gauthier-Villars.

Church, A.H. (1905). *Precious Stones considered in Their Scientific and Artistic Relations*. London: Wyman and Sons.

Da Silva, J.T. et al. (2012). A real-valued genetic algorithm for gemstone cutting. In *XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI). Proceedings*. Medellín (Colombia), 1-5 ottobre 2012, pp. 1-8. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6427153> (consultato nel marzo 2022).

De Fiore, G. (1983). *Corso di Disegno. Dal procedimento dei maestri, alle tecniche, al disegno personale*. Milano: Fabbri Editore.

De Rosa A., Sgrosso A., Giordano A. (2002) *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. Torino: UTET.

Diderot, D., D'Alembert, Le Rond, J. (1751-1752). *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Geneva: Ed. Paris.

Ernst, B. (1996) *Lo specchio magico di M.C. Escher*. Koln: Evergreen.

Farrington, O. C. (1903). *Gems and Gem minerals*. Chicago: A. W. Mumford.

Gemcad.com <https://www.gemcad.com> (consultato nel mese di marzo 2022).

GemcutStudio.com <https://gemcutstudio.com> (consultato nel mese di marzo 2022).

Gesner, C. (1565). *De Omni Rerum Fossilium Genere, Gemmis, Lapidibus, Metallis, et huiusmodi, libri aliquot, plerique nunc primum editi.* Zurich: Iacobus Gesnerus.

GIA Research team (2005). Measurement Tollerances. Accurancy and Precision in the Gem Industry. In Gemology, pp. 183–185.

Haüy, R. J. (1784). *Essai d'une théorie sur la structure des crystaux, appliquée à plusieurs genres de substances crystallisées*. Paris: Gogué et née de la Rochelle Libraries.

Haüy, R. J. (1817). *Traité des pierres précieuses*. Paris: Published by Mme Ve Courcier, Imprimeuer-Libraire.

Haüy, R. J. (1822). *Traité de cristallographie*. Paris: Bachelier et Huzard.

Holtzapffel, C. (1864). *Turning and Manipulation*. Londra: Holtzapffel & Co.

Jamnitzer, W. (1568). *Perspectiva corporum regularium.* Norimberga.

Lencker, J. (1571). *Perspectiva Corporum*. Norimberga.

Mol, A.A., et al. (2007). Efficiency parameters estimation in gemstones cut design using artificial neural networks. In *Computational Materials Science*, n. 38 (4), pp. 727-736. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927025606001625> (consultato il 12 marzo 2022).

Mottana, A., Crespi, R., Liborio, G. (1977). *Minerali e rocce*. Milano: Mondadori Editore.

Nicols, T. (1652). *A Lapidary or, the History of pretious stones*. Cambridge: Thomas Buck.

Pisacane, N., Argenziano, P., Avella, A. (2021). Dalla stereotomia, spunti per il disegno delle gemme. Insights into the gems' drawing from stereotomy. In Jacazzi D., Morelli M. D. (a cura di). *Gemme e Gioielli: Storia e Design*, n. 0, pp. 68-69. Aversa: DADI Press.

Pisacane, N., Argenziano, P., Avella, A. (in corso di stampa). *Gems geometry: from raw structure to precious stone.*

Prim, J.K. (2018). Lapidary Technology Through the Ages: Laps and Polish. In *United States Faceters Guild Newsletter*, n.1 (28), pp. 23-34. <https://usfacetersguild.org/wp-content/uploads/2018/10/2018-09USFGNewsletter.pdf> (consultato il 12 marzo 2022).

Ruskin, J. (1870). *Lectures on Art*. Oxford: Clarendon Press.

Ruskin, J. (2007). *Ethics of the Dust*. *Moscow*: Dodo Press [Prima Ed. 1972].

Sangveraphunsiri, V., Kankriangkrai, S., Prachya, P. (2008). Development of a 3-D Solid Modeling System Based on the Parasolid Kernel for Gem Stones Faceting. In *The 22nd Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand*. Pathum Thani (Thailandia), 15-17 ottobre 2008.

Sasia´n, J.M., Yantzer, P., Tivol, T. (2003). The Optical Design of Gemstones. In *Optics and Photonics News*, n. 14 (4), pp. 24–31. <https://www.opticaopn.org/home/articles/volume_14/issue_4/features/the_optical_design_of_gemstones/> (consultato il 12 marzo 2022).

Sborgi, F. (1973). Glittica e lavorazioni affini. In Baccheschi E., et al. (a cura di). *Le Tecniche Artistiche*, pp. 63-82. Milano: Mursia.

Schmetzer, K. (2019). A 15th-Century Polishing Machine for Gemstones Attributed to Henri Arnaut. In *Journal of Gemmology*, n. 6 (36), pp. 544-550.

Tolkowsky, M. (1919). *Diamond Design*. New York: Spon & Chamberlain.

Vagnetti, L (1979). *De Naturali et Artificiali Perspectiva.* Firenze: Grafistampa.

Wade, D. (2015), *Geometria fantastica. I poliedri e l'immaginario artistico del rinascimento.* Milano: Sironi Editore.

Autori
Pasquale Argenziano, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
pasquale.argenziano@unicampania.it
Alessandra Avella, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
alessandra.avella@unicampania.it
Nicola Pisacane, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
nicola.pisacane@unicampania.it

Per citare questo capitolo: Argenziano Pasquale, Avella Alessandra, Pisacane Nicola (2022). Il disegno delle gemme sfaccettate. Fonti iconografiche e trattatistica, analisi geometrica, rilevamento, modellazione parametrica/Faceted gemstones drawing. Iconographic and treatise sources, geometric analysis, survey, parametric modelling. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Proceedings of the 43rd Internationwal Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 2036-2057.

 Isbn 9788835141938

Faceted gemstones drawing. Iconographic and treatise sources, geometric analysis, survey, parametric modelling

Pasquale Argenziano
Alessandra Avella
Nicola Pisacane

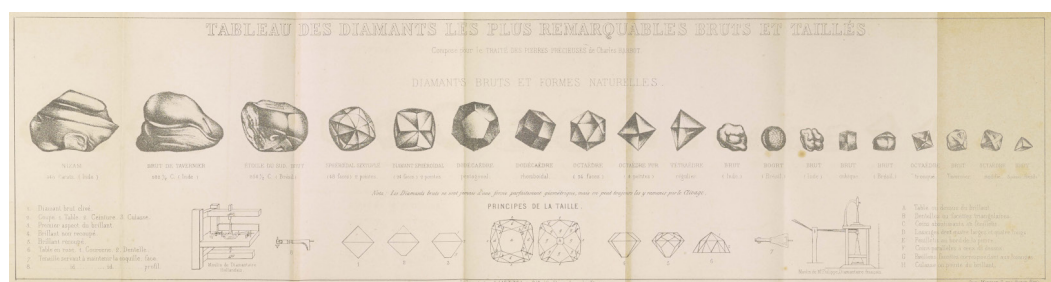
Abstract

This paper describes a research in progress on the gems drawing that crosses and relate different disciplines, among which there are the figurative and plastic arts, empirical and scientific treatises, the technique and technology of lapidary, the survey on raw and cut gems, the technical documentation of patents, university teaching in the field of drawing; everything that is based on the geometry that characterises both the atomic structure of the crystals and the cutting process of the gems.
The authors are inspired by a well-known book by prof. Gaspare De Fiore in which the design of jewels is examined with the same interest addressed to the most important topics of Drawing discipline. Among the references that consolidate this research are the first studies on crystallography and the geometry of solids carried out by some scholars in the Renaissance, the typological systematisation of the gem-cuts published in the *Encyclopédie*, those ones by Ruskin on the color of the gems, and again those ones by M.C. Escher on the spatial symmetries of the crystals. The case studies to be examined are kept in the largest international museums and in the corporate collections of the most important jewellery brands as well as can be identified in the goldsmiths' shops.
The research in progress for about two years intends to contribute to expanding the visual angle of Italian teachers of Drawing towards topics of arts and craft and industrial design not yet explored but pertinent to our discipline for common foundations, methods, techniques and tools.

Keywords
Geometry, crystallography, lapidary, measurement, jewel

Topics
Understanding / investigating / experimenting

M. Charles Barbot, Tableau des Diamants les plusremarquables bruts et taillés, in Guide Pratique du Joaillier ou Traité complet des Pierres Précieuses leur Étude Chimique et Mineralogique, 1884.

doi.org/10.3280/oa-832-c130

Introduction

In the *Corso di Disegno. Dal procedimento dei maestri, alle tecniche, al disegno personale* (Milano 1983), Professor Gaspare De Fiore involves the widest audience through images and own freehand drawings, intertwining the fundamental topics of the Drawing with several others secondary to the main research paths, identified in our disciplinary area at that time.
That publication, distributed in periodicals, is organised in sixteen "moments" of drawing in turn divided in specific "topics". In the moment entitled "drawing by imagination", the author educates the reader to whet and to direct own imagination, own inventiveness, through the drawing; and, among the related four topics proposed, the author deepens the drawing of jewellery. In twelve pages, Prof. De Fiore involves the reader and opens an investigative path focusing on the jewels worn by the characters in well-known canvases, on the design of contemporary jewels composed of metals and precious stones enhanced by particular goldsmithing processes, and on the facet of the gems.
On the relationship among gems and the figurative arts, De Fiore follows John Ruskin and Maurits Cornelius Escher: about the first one, the connection is with the reflections on the brilliance and natural color of gems in *Ethics of the Dust* (1872) and in *Lectures on Art* (1870); about the second one, the reference is to the graphic studies on the tessellations of the plane and on the rigorous relationships of symmetry that draw inspiration from mineralogy because it is known that the Dutch artist had a specific interest related to geometry through the influence of his half-brother geologist Berend George.
Starting from the variety of the aforementioned investigative ideas, this paper proposes critical reflections on the drawing of the gems developed by the authors [1]–started about two years ago–as the foundation of a specific research path corroborated by the studies of geometry (physics and technical) characteristic of mineralogy, crystallography, gemmology, and moreover aimed at various specific insights, partly summarised in the following paragraphs.
Among those, the drawing of gems is identified as an expressive and identity language–together with the design of fashion and habits–of the subjects portrayed in the main works of figurative and plastic art, as a technical language in empirical and scientific treatises reflecting the analog and digital technological evolution of stone cutting since ancient times, which in more recent times has also involved the detection of stones worked with estimative purposes; and again, the drawing of gems is interpreted as a didactic language to involve industrial design students on the abstract theoretical assumptions of Descriptive Geometry, through visible and tangible solid models hoping for them to be open to specialised work scenarios.

Figurative arts and treatises, gemstone drawing iconographic sources

Spatial configuration of the faceted gemstone is the processing outcome starting from a rough volume through which the stone's own characteristic as brilliance and brightness is restored, minimizing the waste of precious material. Possible precious gemstone processes have had, since their earliest origins of 5th century a.C., significant evolutions linked to technical progress, to phenomena of style as well as to obvious economic reasons. Lapidary, understood as the art of working with solid materials including precious stones, has always traced in geometry the principles that guide the creation of a new spatial configuration [2]. Mutations and progress that this art has undergone over time can be traced through the analysis of iconographic sources on the subject that return us with various kind of representation of the gems themselves. In fact, the iconographic sources of the drawing of gems can be traced as much in the figurative arts, which in different forms through the centuries have offered images relating to the coeval productions, as by means of treatises and printed works that with different purposes have addressed the problem of minerals, crystals and precious stones as well as their processing.
Throughout human history, jewelry composed of metals and precious stones, with clothing and other accessories, has fulfilled the function of a social insignia of the wearer by actually constituting a transfer between the rarity of the elements and the singularity of the individual.

Painted and sculptural representations in most cases document, precisely, the clothing and accessories, including jewelry, having to identify through these the subject in his otherwise anonymous social status. The careful reading of figurative and plastic representations, therefore, can also be directed to the study of the dressing system, including jewelry, with respect to anthropometric information and possibly to that of the chronological and spatial setting of belonging. The Italian Renaissance provides through its figurative and plastic works a wide collection of representations of gemstone and jewels set. These works provide fundamental historical documentation on the architectural, urban and landscape area represented, as well as on the figures and their clothing (Gallerie degli Uffizi, Virtual exhibition "Jewels in the Uffizi. The secrets of depicted gems" <https://www.uffizi.it/mostre-virtuali/gioielli-agli-uffizi>).
Instead, the scientific dissertation on crystallography can be traced back to the *Naturalis Historia* by Plinio the Elder (77-78 a.C.) who devotes the last five books to mineralogy in general with a particular focus on its uses in architecture in Book XXXVI and on precious gems and semiprecious stones in Book XXXVII. The work even of great interest does not report pictures or drawings. Leaving aside not for lack of significant contributions on the subject the medieval period, starting from Renaissance that gemmology began to take on the character of an autonomous science, and from then on some specific works on the subject began to report within them not only in-depth textual descriptions and classification schemes of minerals and crystals, but also some representations mainly of raw minerals, fossils and corals, as well as those of worked or cut stones sometimes assembled within jewelry, in addition to early representations of machinery suitable for cutting the same stones [Gesner 1565; Boetius de Boot 1609]. In that period, it is also interesting to point out how some authors widely cited for their works in the history representation methods had also offered their own contribution in goldsmithing, probably drawing reciprocal references both from the science of drawing and from jewelry. This is the case of the studies of Wenzel Jamnitzer (1507-1585) (fig. 01) and Johannes Lencker (1523-1585) on the geometries of polyhedra and complex surfaces depicted in the suggestive plates of their treatises and sometimes recalling the shapes at the time in use for cutting gems [Vagnetti 1979, p. 335; De Rosa et al. 2002, p. 199; Wade 2015].
Arts and sciences systematization as well as all forms of knowledge founded its greatest compendium in Denis Diderot's *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* published in the 18th century. An entire section was devoted to jewelry and goldsmithing in that work knowledge organization. In keeping with the spirit that guides the entire work and with reference to what is being discussed here, the extensive graphic support to the text is noteworthy, which, in addition to drawings of goldsmiths' work and of tools and machinery for workmanship, shows in *planche* I and II a classification of the cuts in use at the time. Beyond the documentary value of these drawings, which point us to the diamond and rare stone cuts then being made, it is useful to underline that the representations in these plans are all made according to the method of double or triple orthogonal projections that Gaspard Monge would soon theorize. The well-known advantages of this method also extend well to the drawing of gems, succeeding in transferring to paper the relationships of symmetry and proportionality of the component parts of the worked gemstone and in general all the geometric principles that preside over cutting (fig. 02).
In the late 18th century and still turning our interest to precious gems, in that period the scientific approach to the observation of nature was also extended to minerals, allowing the first systematic classification of crystalline forms and symmetries. This organization was mainly due to the work of Abbot René Just Haüy, who also based such taxonomy on geometric principles, as the illustrative tables and graphs enclosed with his treatise [3] clearly testify (fig. 03). About half a century later through his writing the French physicist Auguste Bravais, confirming the geometrical approach to the study of crystal structure, marks the transition from solid to discrete point spatial systems [4], describing their different declinations also through graphic diagrams that also define the relationships and the forms of symmetry present, confirming the role of drawing as a communicative medium also for the description of the atomic structures of minerals.

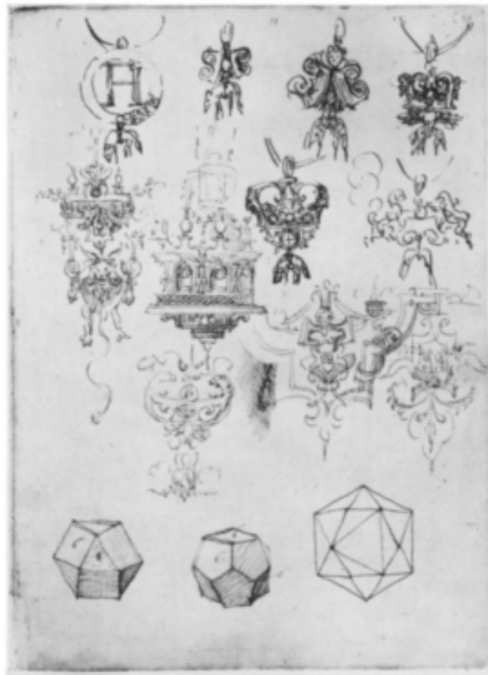
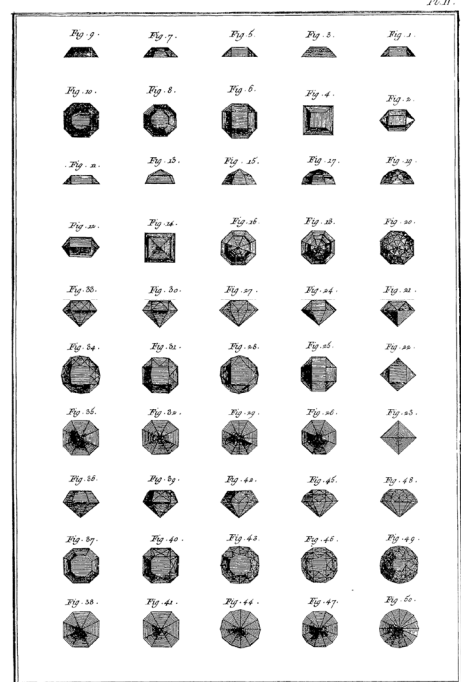



Fig. 01. Wenzel Jamnitzer, sketch n.21 from Sketch Book (Kunstbibliothek of Berlin), 1545-1546.

Fig. 02. Denis Diderot, Planche II "Orfèvre Jouaillier, Metteur en Oeuvre, Taille des Diamans, da *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris 1751-80.

From the 19th century, gemstone cutting took on an increasingly autonomous character, becoming part of specific volumes, almost always with an accompanying iconographic corpus, on lapidary art, as well as being the subject of numerous patent plates aimed to protect rights to newly invented cuts (fig. 04).

Geometry and proportion in gemstones cutting, from treatise to contemporary period

The accurate analysis of the treatises on lapidary opens to in-depth studies on the working of gemstones as a chronological evolution of methods, techniques and technologies, which can be found in contemporary figurative and plastic representations, in the collections of applied sciences and techniques and in contemporary artisanal production that for some years makes extensive use of digital technologies.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION

du 28 août 1902.

XVII. — Arts industriels.
5. — Bijouterie, joaillerie et orfèvrerie.

N° 324.092

Brevet de quinze ans demandé le 28 août 1902 par **M. ASSCHER** (Joseph), *pour nouveau mode de taille de diamants.* (Délivré le 2 décembre 1902; publié le 23 mars 1903.)

Cette invention a pour objet un nouveau mode de taille de diamants donnant des jeux de lumière tout à fait différents de ceux obtenus avec les tailles ordinairement employées.

Mon invention consiste essentiellement à tailler les faces adjacentes à la table du diamant et les faces de la culasse, suivant un certain nombre de pans coupés, par des plans formant des angles différents avec le plan de la couronne, de telle façon que les différentes faces du diamant soient divisées en facettes, de forme rectangulaire, et plus exactement trapézoidale, dont les arêtes constituant les grands côtés soient toutes parallèles au plan de la couronne du diamant.

Afin de bien fixer les idées, j'ai représenté dans le dessin ci-joint, en principe, à titre de spécimen seulement, un diamant taillé suivant ce procédé.

La fig. 1 en est une élévation.
La fig. 2 est une vue en dessus.
La fig. 3 est une vue en dessous.
La fig. 4 est une vue en perspective.

Ainsi que le montre le dessin, mon nouveau genre de taille de diamant présente, sur chacune de ses faces une série de pans coupés disposés suivant une succession de plans faisant des angles différents avec le plan de la couronne *a*.

Les faces, aboutissant à la table *b*, pourront comporter, chacune, par exemple, trois pans coupés ou facettes *c* et les faces de la culasse 7 ou 8 pans coupés ou facettes *d*; les facettes *c* et *d* ainsi obtenues ont une forme sensiblement rectangulaire, ou plus exactement trapézoidale et leurs arêtes sont toujours rigoureusement parallèles au plan de la couronne *a*.

Chaque face du diamant se trouve donc ainsi divisée en un certain nombre de surfaces planes de faible largeur et dont la longueur correspond à toute la largeur de la face du diamant.

Par ce mode de taille les arêtes principales des facettes étant toujours parallèles entre elles; ces facettes, qui produisent les jeux de lumière, ne sont coupées par aucune arête; en conséquence, le diamant présente de grandes surfaces sur lesquelles les rayons lumineux se réfléchissent et se réfractent. Il en résulte que l'éclat du diamant est beaucoup plus blanc et plus puissant que celui des diamants taillés suivant les procédés ordinaires, car dans ces derniers, les arêtes des facettes se coupant entre elles, les intersections de ces arêtes constituent toujours des points sombres.

En outre, les jeux de lumière obtenus par ces facettes à arêtes parallèles sont tout à fait différents de ceux que donnent les diamants taillés suivant les procédés ordinaires.

Il est bien entendu que le nombre de pans coupés de chacune des faces du diamant pour-

Prix du fascicule : 1 franc.

Fig. 03. René Just Haüy, planche 76, *Traité de cristallographie*, 1822.

Fig. 04. Joseph M. Asscher, *Brevet d'invention* 28 août 1902, N. 324.092.

The level of morphological complexity of the faceted model depends both on the cutting typology applied to the rough gemstone - according to the geometric principles that regulate the cutting of precious stones based on the physical and optical characteristics of the specific mineral - as well as on the cutting technologies and abrasives used in gemological field up to the present day (fig. 05). With reference to the different cutting typologies [5], the developments of the studies in physical and optical mineralogy of crystals have allowed during the time to control in an increasingly satisfactory way the results obtained following processing, thus overcoming the limits of the past, when the results of the cuts were almost always obtained empirically [Sborgi 1973, p. 70].
As for lapidary technology, older cutting methods and more innovative ones still coexist in the gemological field in the European and international sphere. The latest gemstone cutting instruments still work according to the earliest lapidary technology for cutting and polishing gem-

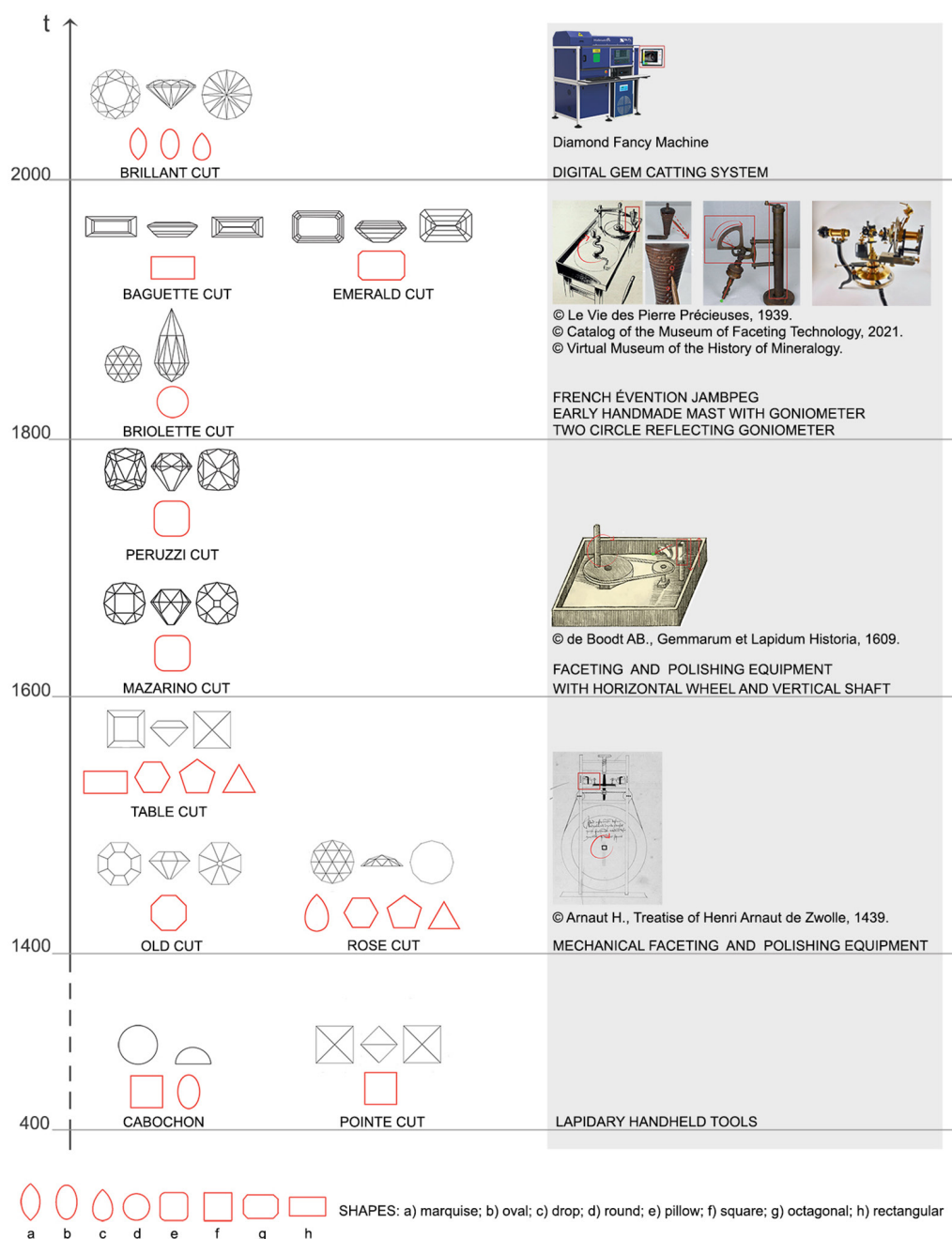



Fig. 05. Time-line framework of the cutting classification, gemstones cutting shapes and faceting equipments (Drawing by Francesca Fabozzi).

stones which consisted of rubbing the rough gemstone to a piece of metal of varying length (lead, tin or copper) by applying oil or water mixed with an abrasive. Cutting instrumentation technology advances over time especially when new abrasives developed by the manufacturing industry, in particular by the American one, are adopted in the gemological field.
From the first round cutting mills, powered by a water wheel, to the horizontally spinning flat wheel [6], sandstone and emery or oxide dust are used as abrasives, replaced in 1900 by diamond dust and in the 1950s by production of synthetic diamond destined to change forever the industrial cutting and lapping [Schmetzer 2019, pp. 544-550; Prim 2018, pp. 23-34]. Equipping cutting technologies with a goniometer, starting from 1900, made it possible to control the orientation angles of the cutting planes in relation to the atomic structure of the specific rough gemstone and obviously the desired faceted shape through the use of the graduated crown. This made it possible to overcome the limits of the technologies in use until then. Nowadays, regardless of the cutting technologies used, the techniques adopted to facet the gems, according to the principles and shapes of cutting that find their basis in geometry, are always evolving in relation to the innovations made in the gemological field by scientific studies in statistics, computer science and mathematics [Mol. et al. 2007, pp. 727-736; Sangveraphunsiri et al. 2008]. These studies have affected above all the determination of the input parameters for the design of models, including computer ones, capable of controlling the result of the cuts in terms of maximizing the ability of the crystal to refract light to obtain a better brilliance, and of the yield [7] obtained, from which the character of preciousness derives.
In the cutting design phase it is necessary to observe the proportional relationships between the dimensions of the different parts [8] that make up the faceted gemstone, in addition to supporting the cleavage planes, the class and degree of symmetry of the gemstone, and calculating the critical angle of the specific material [da Silva et al. 2012, pp. 1-8], in order to obtain the greatest possible brilliance (fig. 06). Assuming the cut of the colored gem as a generalization of the cut of the diamond, the different parts that make up a faceted gem are the crown (the upper part), the table (a large flat facet in the center of the crown), the girdle (the outer edge of the stone that divides the crown from the pavilion), the pavilion (the lower part of the stone that extends from the girdle to the culet) and the culet (a small facet at the base of the pavilion, useful to prevent the stone from splintering or damage). The proportions that affect the determination of the brilliance of a diamond, and in a wider sense of a gemstone, are the percentage of the table, the angle of the crown, the angle of the pavilion and the thickness of the girdle, calculated on the basis of the diameter of the girdle. In a variety of combinations, these proportions can produce high and low levels of brilliance [Sasia´n, Yantzer, Tivol 2003, pp. 24-31]. The geometry of the faceted model thus obtained is parametric: given a specific faceted model,

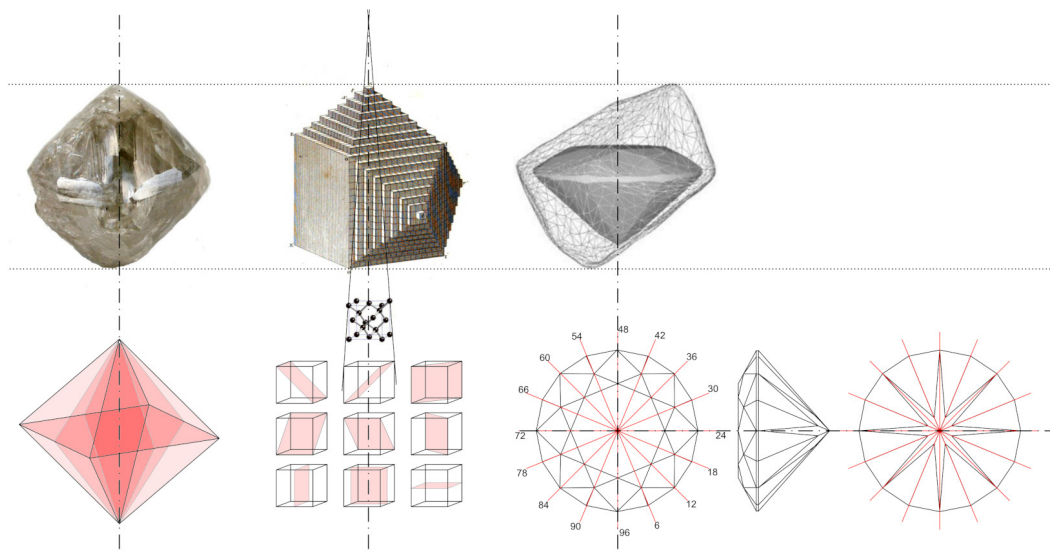



Fig. 06. Comparative diagram of the rough diamond, its cubic matrix crystal structure and the cutting gemstone model according to the brilliant cut standard (above). Symmetry of the octahedral structure of the rough gem, minimum cubic unit also based on its atomic structure, the stone cut from the same mineral (below) (Drawing by Authors).

the angular values of the facets remain constant as the lengths of the edges change. This perfectly follows the first fundamental rule of crystallography enunciated by Niels Stensen in 1667 [Mottana, Crespi, Liborio 1997, p. 10], from which we can deduce that man tries to reproduce in gemmology what is observed in crystallography.

Digital modelling and gemstones survey

Similar to other fields of applied technologies, the information modelling software – among which the best known are "Gem Cad - GemRay" and "Gem Cut Studio" – have been developed in gemmology for about twenty years.
Contrary to what happened in the AEC fields, the translation among the analog and digital processes was easy because – as already explained – the geometry of the cut stone is parametric in direct link with crystallography. Digital modelling starts from a primitive solid (cylinder or cube depending on the software) in whose center of mass a tris-orthogonal triplet is fixed, in analogy to crystallography; the degree of symmetry of the model to be realised, the cleavage angles and the gear indices are set with respect to same triplet, in analogy to the faceting procedures. The software allows, therefore, to simulate the cut according to the plans determined by the aforementioned three parameters and according to an ordered sequence of operations, once again in direct relation with traditional analog procedures.
The digital model of the cut stone can then be subjected to the simulation of brilliance through photorealistic rendering, the visualisation of light trajectories within the gem and of analytical diagrams (tilt performance); three possible operations thanks to the mineralogical characteristics of the stone previously included in the software.
From the three-dimensional model of the cut stone is automatically produced a technical sheet that shows the geometric characteristics of the cut and the representation of the solid in quadruple orthogonal projection (fig. 07).
The geometrical and dimensional survey of gems plays a nodal role in gemmology from the modern age to more recent years, given the characteristics of dimensional scalability of the gems, within the same mineral, in direct relation to the properties of natural crystals. Tools for the survey – that is, for the qualitative and quantitative verification of the raw stone and the processed stone in relation to the propagation of light inside it, a direct function of brilliance – have been developed in parallel with the technological development of the tools for the processing of precious stone, previously described.
Surveying a rough stone means characterising its mineralogical nature according to which it is essential to design–as previously described–the best possible cut, looking for the right balance between the values of brilliance and the waste of material.
Surveying a cut stone means, instead, determining its shape (the width of the solid angles between the facets) and its overall dimensions (crown, girdle, table, pavilion) and particular ones (length of the edges of the facets); in other words, surveying a cut stone means analytically estimating the quality of the workmanship with respect to the cutting project, and in some cases–such as the diamond–identifying a specific precious stone among numerous similar ones.
The experience of gemstone's surveying can be applied to mounted precious stones that can be appreciated in numerous collections by opening up to critical comparisons among the jewellery modelling, the contemporary iconography (in works of art and treatises) and the processing technology. In this context, the digital modelling of the jewel can strengthen the investigative experience through the redesign of iconographic sources or more recent patents.
The tools useful for the direct survey of the cut stones are the gauges, the goniometers with high tolerance standards [GIA Research team 2005, pp. 183-185] while those for indirect survey have been theodolites (composed of an orthogonal pair of goniometers, a telescope and a light projector) and, in more recent times, digital photogrammetric cameras and 3D laser scanners. To these instruments is added the precision balance designed to measure the weight of the stone (raw or cut) expressed in carats that are as decisive as the brilliance for a complete characterisation.

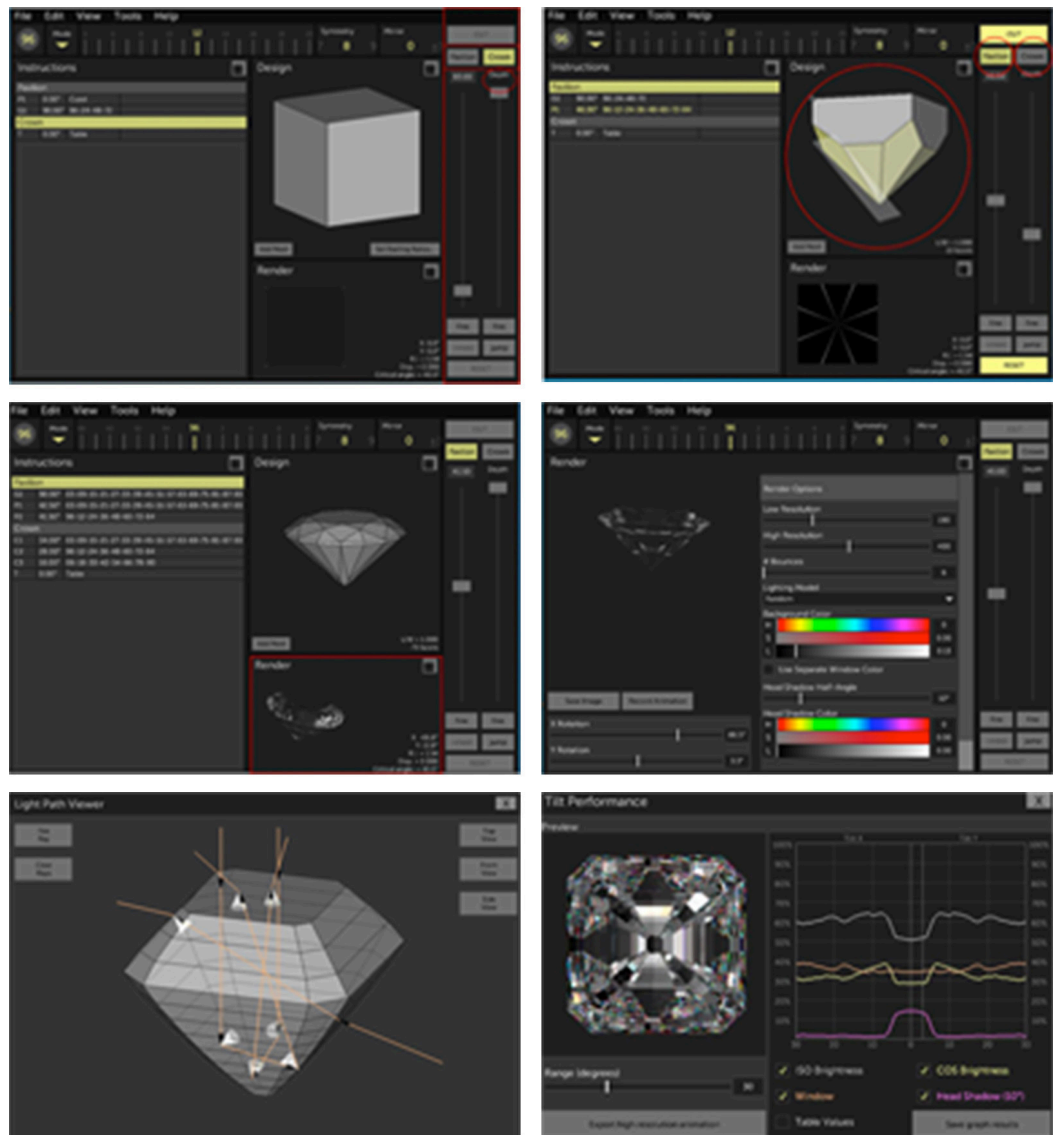



Fig. 07. 3D parametric drawing from the basic solid, to the faceted model, to the brilliance simulation (3D model by Francesca Fabozzi).

Gems drawing. A didactic training

Gemstones cutting is also in the educational field a valuable case study for bringing students closer to the issues of spatial relations underlying the faceted model, such as symmetry, proportionality between the parts of the gem, and its scale. The faceted gem, understood as an opaque polyhedron, is also an interesting concrete geometric model that brings the student closer to the problem of representing solids in different methods. The representation of faceted gems is configured for students as a very useful teaching exercise to confront the abstraction of graphic models that through fundamental geometric entities simulate in the plane through drawing what happens in space. Didactic experiences on the topic of precious gems have been conducted within Fashion Drawing Classes [9] as an in-depth study of the topics dedicated to the fashion accessory, with the aim of demonstrating to future designers that geometry also in precious gems drawing becomes the main interpreter of the mental image, participating in some cases in the analysis of an existing reality, in others in the genesis of the design idea (fig. 08).

Conclusions

The briefly described considerations on gemstone drawing on one hand unveil existing and under-investigated relationships between different disciplines, and on the other one open up other new thematic investigation, already identified and planned, which cannot surprise either the authors or the readers given each one's scientific awareness of the centrality of Geometry in the arts and applied technique.
Geometry is the foundation of gem cutting in the treatise but also in the in-depth analysis of scenes and subjects represented in the figurative and plastic arts. It is ordering by nature in the working of faceted models with analog and digital tools and in their survey before and after cutting. It is the subject to be transmitted to young student designers - hence the intuition of organizing thematic workshops - so that they become critically aware of the spatiality of design at any scale, through concrete examples.
So far a linear relationship between the main topic and the various thematic declinations. But by putting Geometry back at the center of the research, it is evident that it triggers links of themes that on the one hand can enrich research - thanks also to relations with unexplored technical-scientific skills in the field of Drawing - and on the other can have interesting spin-offs for Students with the aim of opening up new and profitable professional careers for them.
Finally, from a cultural and social point of view, two episodes related to the coronavirus pandemic emergency cannot be missed. As to be expected, in times of crisis, precious metals and stones catalyze the interests of savers large and small, so the prices of raw and processed stones and precious metals have risen exponentially since the end of 2018 and the trend is continuing to grow. And again, in the spring of 2020, the Uffizi Gallery organized a virtual exhibition on "Jewels in the Uffizi" tying together works of art distant in chronology, school and technique through the gems in being portrayed, garnering a remarkable result in terms of "visitors" and experimentation with new exhibition media [10].

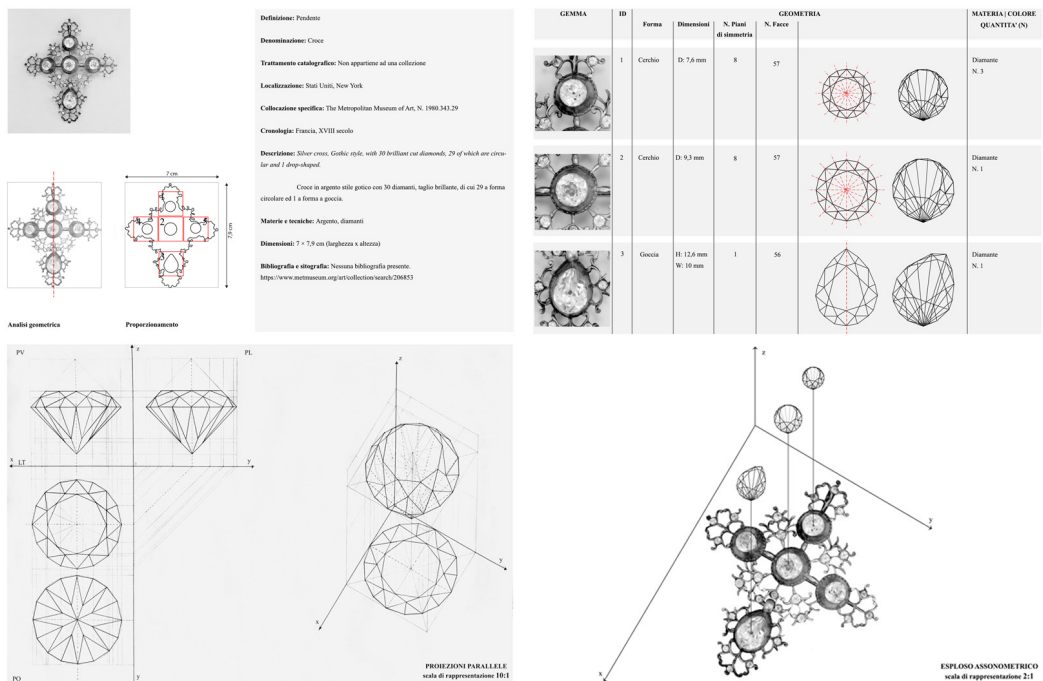



Fig. 08. Didactic training within the Workshop entitles "Precious Geometries. Gems and jewelry drawing" (a.y. 2020/21). Geometric analysis of the cross pendant in silver studded with diamonds, France 18th century, The Metropolitan Museum of Art, New York.

Notes

[1] This research – which is summarised in its ordering principles in these Proceedings – is part of a broader study carried out within the Research Group "Gems and Jewels: History and Design" of the Department where the authors work. On the same topic, please refer to the publications: Avella [2018]; Pisacane, Argenziano, Avella [2021]; Pisacane, Argenziano, Avella [in press].

[2] When such working techniques provided by lapidary art were joined by those of engraving and carving those of refinement, the artistic technique of glyptics developed. See Sborgi [1973, p. 70]. With a parallel to the field of architecture, the working and particularly the cutting of solid materials, such as stone, wood and metals, found in stereotomy the geometric foundations through which to restore stability but also aesthetic value to the construction.

[3] The classification method introduced by Hauy refers to a system of oriented axes, originating at the center of gravity of the gemstone and with respect to which monometric, dimetric, and trimetric classes are defined, which in turn identify seven crystal systems.

[4] The classification methid introduced by Bravais, which is still in use in mineralogy today, identifies fourteen possible fundamental patterns, based on the arrangement in space of atoms according to ordered and regular series, that is, according to defined rules proper to the tessellation of space.

[5] According to the studies of Arthur Herbert Church, the different gemstone cutting forms can be grouped into "flat" and "curved" surface; The "surface" group includes Brilliant-cut, Step or trap-cut, Table-cut, Rose-cut and various declinations of these cuts; to the "curved" one, on the other hand, Single cabochon, Doable cabochon, Hollowed cabochon, Tallow top. Mixed facets and curved surfaces are rarely into the same specimen [Church 1905, p. 26]. The "faceting" and the "cabochon" cut are the main types of gemstones cutting.

[6] History dates back to 1476 the invention of the first horizontal faceting machine by the Flemish diamond cutter Lodewyk van Bercken, but two illustrations of these machines in manuscripts of that period anticipate the dating of the invention to the 1930s. The two illustrations are a very detailed technical drawing provided by the Dutch astrologer and physician Henri Arnaut in his Treatise of Henri Arnaut de Zwolle of 1439, and a sketch reported in the German manuscript Codex Latinus Monacensis of 1430.

[7] The yield is the largest faceted gemstone model obtained within the corresponding rough gemstone.

[8] According to the ideal Tolkowsky model (Diamond Design 1919), known as "brilliant cut", in which the brilliance is maximum, the dimensions of the different parts of the diamond, calculated on the basis of the diameter of the girdle, are such that the total depth of the gem should be 59.3%, of which 43.1% should be the depth of the pavilion and 16.2% the height of the crown; the table should measure no more than 53%; the crown angle should be 34.5 degrees, while the pavilion angle should be 40.75 degrees.

[9] In the teaching Fashion Drawing 2 (Prof. Alessandra Avella) in Fashion Design Bachelor Degree Course (Department of Architecture and Industrial Design, Università della Campania Luigi Vanvitelli) two Workshops entitled Precious Geometries. Gems and jewelry drawing (a.y. 2020/21) and Precious Geometries. From treatise to the parametric model (a.y. 2021/22).

[10] The authors designed the research and shared its methodology and contents. In particular, the paragraph entitled "Figurative arts and treatises, gemstone drawing iconographic sources" is edited by Nicola Pisacane, the paragraph entitled "Geometry and proportion in gemstones cutting, from treatise to contemporary period" is edited by Alessandra Avella, while the paragraph entitled "Digital modelling and gemstones survey" is edited by Pasquale Argenziano. Introduction, the paragraph entitled "Gems drawing. A didactic training" and Conclusions are edited by all the authors.

References

Avella, A. (2018). *Disegno di Moda. Corpo | abito | illustrazione. Fashion drawing. Body | clothing | illustration*, Roma: Aracne editrice.

Boetius de Boot, A. (1609). *Gemmarum et lapidum historia*. Hanoviae: Typis Wechelianis apud C. Marnium & heredes J. Aubrii

Borchardt-Ott, W (2011). *Crystallography: An Introduction*. Berlin: Springer.

Bravais, M. A. (1849). *Mémoire sur les polyèdres de forme symétrique*. Paris: Imprimerie de Bachelier.

Bravais, M. A. (1866). *Études Cristallographiques*. Paris: Gauthier-Villars.

Church, A.H. (1905). *Precious Stones considered in Their Scientific and Artistic Relations*. London: Wyman and Sons.

Da Silva, J.T. et al. (2012). A real-valued genetic algorithm for gemstone cutting. In *XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI). Proceedings*. Medellín (Colombia), 1-5 ottobre 2012, pp. 1-8. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6427153> (consultato nel marzo 2022).

De Fiore, G. (1983). *Corso di Disegno. Dal procedimento dei maestri, alle tecniche, al disegno personale*. Milano: Fabbri Editore.

De Rosa A., Sgrosso A., Giordano A. (2002) *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. Torino: UTET.

Diderot, D., D'Alembert, Le Rond, J. (1751-1752). *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*. Geneva: Ed. Paris.

Ernst, B. (1996) *Lo specchio magico di M.C. Escher*. Koln: Evergreen.

Farrington, O. C. (1903). *Gems and Gem minerals*. Chicago: A. W. Mumford.

Gemcad.com <https://www.gemcad.com> (consultato nel mese di marzo 2022).

GemcutStudio.com <https://gemcutstudio.com> (consultato nel mese di marzo 2022).

Gesner, C. (1565). *De Omni Rerum Fossilium Genere, Gemmis, Lapidibus, Metallis, et huiusmodi, libri aliquot, plerique nunc primum editi.* Zurich: Iacobus Gesnerus.

GIA Research team (2005). Measurement Tollerances. Accurancy and Precision in the Gem Industry. In Gemology, pp. 183–185.

Haüy, R. J. (1784). *Essai d'une théorie sur la structure des crystaux, appliquée à plusieurs genres de substances crystallisées*. Paris: Gogué et née de la Rochelle Libraries.

Haüy, R. J. (1817). *Traité des pierres précieuses*. Paris: Published by Mme Ve Courcier, Imprimeuer-Libraire.

Haüy, R. J. (1822). *Traité de cristallographie*. Paris: Bachelier et Huzard.

Holtzapffel, C. (1864). *Turning and Manipulation*. Londra: Holtzapffel & Co.

Jamnitzer, W. (1568). *Perspectiva corporum regularium.* Norimberga.

Lencker, J. (1571). *Perspectiva Corporum*. Norimberga.

Mol, A.A., et al. (2007). Efficiency parameters estimation in gemstones cut design using artificial neural networks. In *Computational Materials Science*, n. 38 (4), pp. 727-736. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927025606001625> (consultato il 12 marzo 2022).

Mottana, A., Crespi, R., Liborio, G. (1977). *Minerali e rocce*. Milano: Mondadori Editore.

Nicols, T. (1652). *A Lapidary or, the History of pretious stones*. Cambridge: Thomas Buck.

Pisacane, N., Argenziano, P., Avella, A. (2021). Dalla stereotomia, spunti per il disegno delle gemme. Insights into the gems' drawing from stereotomy. In Jacazzi D., Morelli M. D. (a cura di). *Gemme e Gioielli: Storia e Design*, n. 0, pp. 68-69. Aversa: DADI Press.

Pisacane, N., Argenziano, P., Avella, A. (in corso di stampa). *Gems geometry: from raw structure to precious stone*.

Prim, J.K. (2018). Lapidary Technology Through the Ages: Laps and Polish. In *United States Faceters Guild Newsletter*, n.1 (28), pp. 23-34. <https://usfacetersguild.org/wp-content/uploads/2018/10/2018-09USFGNewsletter.pdf> (consultato il 12 marzo 2022).

Ruskin, J. (1870). *Lectures on Art*. Oxford: Clarendon Press.

Ruskin, J. (2007). *Ethics of the Dust*. *Moscow*: Dodo Press [Prima Ed. 1972].

Sangveraphunsiri, V., Kankriangkrai, S., Prachya, P. (2008). Development of a 3-D Solid Modeling System Based on the Parasolid Kernel for Gem Stones Faceting. In *The 22nd Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand*. Pathum Thani (Thailandia), 15-17 ottobre 2008.

Sasia´n, J.M., Yantzer, P., Tivol, T. (2003). The Optical Design of Gemstones. In *Optics and Photonics News*, n. 14 (4), pp. 24–31. <https://www.opticaopn.org/home/articles/volume_14/issue_4/features/the_optical_design_of_gemstones/> (consultato il 12 marzo 2022).

Sborgi, F. (1973). Glittica e lavorazioni affini. In Baccheschi E., et al. (a cura di). *Le Tecniche Artistiche*, pp. 63-82. Milano: Mursia.

Schmetzer, K. (2019). A 15th-Century Polishing Machine for Gemstones Attributed to Henri Arnaut. In *Journal of Gemmology*, n. 6 (36), pp. 544-550.

Tolkowsky, M. (1919). *Diamond Design*. New York: Spon & Chamberlain.

Vagnetti, L (1979). *De Naturali et Artificiali Perspectiva.* Firenze: Grafistampa.

Wade, D. (2015), *Geometria fantastica. I poliedri e l'immaginario artistico del rinascimento.* Milano: Sironi Editore.

Authors
Pasquale Argenziano, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
pasquale.argenziano@unicampania.it
Alessandra Avella, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
alessandra.avella@unicampania.it
Nicola Pisacane, Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Università della Campania "Luigi Vanvitelli"
nicola.pisacane@unicampania.it

To cite this chapter: Argenziano Pasquale, Avella Alessandra, Pisacane Nicola (2022). Il disegno delle gemme sfaccettate. Fonti iconografiche e trattatistica, analisi geometrica, rilevamento, modellazione parametrica/Faceted gemstones drawing. Iconographic and treatise sources, geometric analysis, survey, parametric modelling. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Proceedings of the 43rd Internationwal Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2036-2057.

Isbn 9788835141938